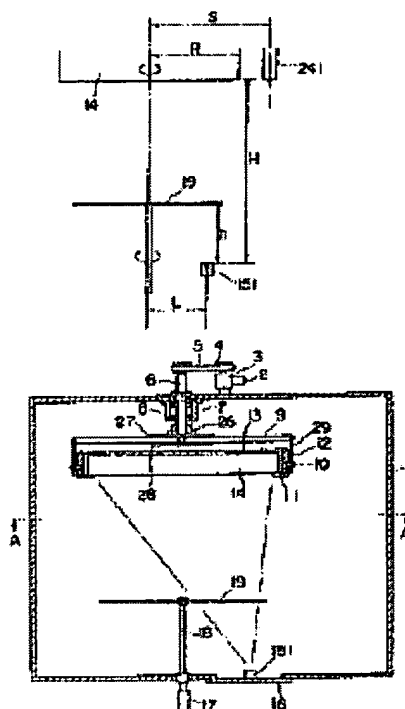


VACUUM DEPOSITION DEVICE

Patent number: JP3264668
Publication date: 1991-11-25
Inventor: OTANI MINORU; FUJIMURA HIDEHIKO; ISHIKURA ATSUMICHI; SAWAMURA MITSU HARU
Applicant: CANON KK;; JAPAN RES DEV CORP
Classification:
 - international: C23C14/24; C23C14/54
 - european:
Application number: JP19900062366 19900313
Priority number(s): JP19900062366 19900313

Abstract of JP3264668

PURPOSE: To form a vapor-deposited film uniform in characteristic, thickness, etc., by aligning the revolving shafts of the rotating substrate and mask in the vacuum deposition device and specifying the relative position of the vaporization source and the substrate, mask, etc. **CONSTITUTION:** An optical substrate 14 is rotated around the revolving shaft 6 in a vacuum vessel 1, and a film thickness correcting mask 19 is rotated by the revolving shaft 18 aligned with the shaft 6. A vaporization source 151 such as a dielectric is provided at the bottom of the vessel 1, and the thin film of the dielectric, etc., is deposited on the substrate 14. In this case, the radius R of the substrate 14, interval L between the vaporization source 151 and the shaft 18, distance H between the vaporization source 151 and substrate 14 and distance (h) between the vaporization source 151 and mask 19 are limited to conform to $h \leq LH / (L + R)$. The interval S between the center of a film thickness control monitor 241 and the shaft 6 has to fulfil $0.2S \leq L \leq 0.8S$ and $L \leq R$, and a vapor-deposited film is formed on the large-area substrate 14 in uniform thickness.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

⑫ 公開特許公報(A)

平3-264668

⑮ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成3年(1991)11月25日

C 23 C 14/54
14/249046-4K
9046-4K

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全8頁)

⑭ 発明の名称 真空蒸着装置

⑯ 特 願 平2-62366

⑰ 出 願 平2(1990)3月13日

⑱ 発 明 者	大 谷	実	東京都大田区下丸子3丁目30番2号	キャノン株式会社内
⑱ 発 明 者	藤 村	秀 彦	東京都大田区下丸子3丁目30番2号	キャノン株式会社内
⑱ 発 明 者	石 倉	淳 理	東京都大田区下丸子3丁目30番2号	キャノン株式会社内
⑱ 発 明 者	沢 村	光 治	東京都大田区下丸子3丁目30番2号	キャノン株式会社内
⑲ 出 願 人	キャノン株式会社		東京都大田区下丸子3丁目30番2号	
⑲ 出 願 人	新 技 術 事 業 団		東京都千代田区永田町2丁目5番2号	
⑲ 代 理 人	弁理士 福森 久夫			

明 細 書

1. 発明の名称

真空蒸着装置

2. 特許請求の範囲

(1) 基体を保持し回転させるための保持回転手段と、基体の下方に設置された蒸発源と、膜厚補正用のマスクと、マスクを回転させるための手段とを少なくとも有する真空蒸着装置において、該マスクの回転中心軸と基体の自転中心軸とを一致させ、かつ、

基体の半径をR、蒸発源と自転中心軸との距離をL、蒸発源と自転基体との自転軸に平行な距離をHとしたとき、蒸発源とマスクとの自転軸に平行な距離hが、

$$h \leq LH / (L+R)$$

の条件を満足することを特徴とする真空蒸着装置。

(2) 基体の周辺に複数個の膜厚制御用モニターと、各膜厚制御用モニターに対応する個数の蒸発源とを有し、膜厚制御用モニター中心と自転軸と

の距離をSとしたとき、各対応する該蒸発源と自転中心軸との距離Lが、

$$0.2S \leq L \leq 0.8S, L \leq R$$

の条件を満足することを特徴とする請求項1記載の真空蒸着装置。

3. 発明の詳細な説明

[産業上の利用分野]

本発明は、例えば光学用基体上に、誘電体、金属等の膜を形成するための真空蒸着装置に関し、特に大面積の基体に均一の厚さの膜を形成し得る真空蒸着装置に関するものである。

[従来の技術および課題]

従来、多数の小口径基板上に同一膜厚を形成するための装置としては、特公昭53-18338号公報に開示されるような、自公転機構を有するもの、あるいはそれを改良したものが知られている。この装置は、自公転ドームに比して基板の径が小さく、かつ、基板面がドーム曲率から著しくずれない場合には有効であるが、基板の径が例えば数百mmと大きい大面積基板の場合には、ドーム曲率が

らのズレ、および基板の保持方法に問題があった。

大面積基板に対しては、特公昭51-20356号公報に開示されるように、基板を成膜中に平行移動する装置、あるいは、逆に蒸発源を平行移動する装置があるが、機構が複雑になる上、高精度の膜厚制御を必要とする誘電体多層膜の成膜の場合には膜厚制御が困難でありムラが生じていた。

また、マスクを用いて膜厚を補正する装置としては、特開昭50-146528号公報に開示されるものがあるが、この装置ではマスクが固定されているため、基板の回転中心近傍に円形状あるいはリング状のカゲが生じ大面積基板の全面にわたっては均一膜厚にすることが出来ないという欠点があった。すなわち、例えば、第5図に示すように、自転軸502の回りに回転する基板501と蒸発源504の間に固定マスク503を設定すると、基板上に堆積された膜505の自転中心の膜厚はマスク中心にけられることにより均一とならなかった。

さらに、マスクを用いて膜厚を補正する装置と

しては特開昭59-215045号公報に開示されるものがある。この技術は、蒸発源、マスク、基板の2つ以上を異なる速度で回転させ膜厚の均一化を計ることを特徴とするものであるが、各位置関係については明らかでなく、マスクが無い場合(第6図(a))よりも膜厚分布が悪い場合も生じてしまう(第6図(b))。

また、マスクを用いずに膜厚の均一化を計る方法として特開昭61-8269号公報に開示されるものがある。この技術は、蒸発源距離 L 、基板高さ H 、基板半径 R の位置が $0.8H \leq L \leq 1.4H$ または $L \geq R$ の条件を満足することを特徴とするが、真空装置の径が大きくなる、膜の用途によっては入射角が大きいため、膜の機械的強度を劣化させる透過率を低下させる等の欠点があった。上記 $0.8H \leq L \leq 1.4H$ の条件においては、 R との関係が明確ではないが、 R が H に比較して大きくなると、膜厚の均一化を計るためには L の値も大きくなり、 R と H との関係によらず $L \geq R$ であることが必要となる。これは本発明の条件とは異なる。

3

大面積でかつ重量を有する基板に、膜厚が均一な膜を形成するための装置としては、USP3,128,205、USP3,858,547に開示される自公転機構を有するものがある。しかしながら、この装置は、高精度の膜厚の均一化を図る上では不十分であり、USP4,222,345に開示されるように、回転マスクを用いる機構が必要とされている。この回転マスクを用いる機構で特徴的な点として、基板の公転中心とマスクの回転中心が一致していることがあげられる。このとき自公転の回転数の比に依存する膜厚のムラを平均化できる効用がある。

しかし、USP4,222,345に開示されている装置では、基板の径に対して少くとも2.9倍の径を有する容器が必要となり、それに見合った排気能力を有する排気系が必要となるために、製造の容易さ、装置コスト、スペースの点で不利であった。

また、この装置を使用しても均一な膜厚が必ずしも得られないことが本発明者の調査により見出された。すなわち、直径1mの基板について調

査したところ、第4図(a)に示すような膜厚のムラが生ずることがわかった。なお、第4図(a)において、○印は、蒸発粒子がほぼ $\cos \theta$ の分布をしているときのものであり、●印は蒸発粒子の分布が経時的に変化しているときのものである。このように、蒸発粒子の分布が経時的に変化する場合に特に膜厚のムラが大きいことがわかった。

さらに、蒸発分布が経時的に変化する場合、基板中心と膜厚モニター間の膜厚制御誤差は蒸発源と基板との距離 H が1430mmの場合には約10%、 $H=2140$ mmの場合では約4%、平均では約6%と大きいことがわかった(第4図(a))。

さらに、物理的には垂直方向に均一の膜厚であっても光学的特性(たとえば屈折率)のムラが基板上の場所によって存在することもわかった。すなわち、蒸発源と基板との距離 H を約1.2mとして、基板に ZrO_2 を蒸着させ、基板の外周近傍と中心近傍での屈折率差を調査したところ、両者の間では約0.15の屈折率の差があることがわかった。

5

6

・本発明は、従来技術には上述したような問題点があることを見出しなされたものであり、本発明の目的は、膜厚ムラ、光学的特性のムラが小さな蒸着層の形成が可能な、小型の真空蒸着装置を提供することにある。

〔課題を解決するための手段〕

本発明の真空蒸着装置は、基体を保持し回転させるための保持回転手段と、基体の下方に設置された蒸発源と、膜厚補正用のマスクと、該マスクを回転させるための手段とを少なくとも有する真空蒸着装置において、該マスクの回転中心軸と基体の自転中心軸とを一致させ、かつ、

該基体の半径を R 、該蒸発源と自転中心軸との距離を L 、蒸発源と自転基体との自転軸に平行な距離を H としたとき、蒸発源とマスクとの自転軸に平行な距離 h が、 $h \leq LH / (L+R)$ の条件を満足することを特徴とする。

〔作用〕

本発明者は、高精度の膜厚の均一化を図るべく多大な実験を重ねたところ、基体の半径 R 、蒸発

源と自転中心軸との距離 L 、蒸発源と自転基体との距離 H との関係によって均一性が変化することを見出した。しかし、これらにいかなる関係があるときに均一性が良好になるかということについては全く不明であり、そこで、さらに実験を重ねたところ、 $h \leq LH / (L+R)$ の条件を満足する場合に均一性が良好になることを解明し、本発明をなすにいたった。

なお、マスクに付着した蒸着材が不純物となり、この不純物が、蒸発源中に落下したり、基体表面に再蒸着したりすることを避けるために、 $h \geq 0.8LH / (L+R)$ とすることが好ましい。

なお、本発明においては、基体の周辺に複数個の膜厚制御用モニタ（光学モニタ）と、各膜厚制御用モニタに対応する個数の蒸発源とを設け、膜厚制御用モニタ中心と自転軸との距離を S としたとき、各対応する該蒸発源距離 l を $l=0.5S$ とすることが好ましく、 $0.2S \leq l \leq 0.8S$ 、 $l \leq R$ の条件を満足することがより好ましい。光学モニタはその表面に堆積した膜の厚みを感知することにより

基体表面に堆積した膜の厚みを知るものであり、上記条件を満足する場合には基体中心と光学モニタ間の膜厚の差異（膜厚制御誤差）を極めて小さくすることができる。

なお、 $l \leq R$ とすることは、蒸発粒子の基体に対する入射角を小さくできるため、蒸発粒子の飛距離も短くなり、基板への密着力、膜構造、膜堆積速度に悪影響を与えることなく、光学的にも均質でかつ散乱吸収などの損失が少なく、また機械的強度に優れる膜を大面積にわたって得ることができることとなる。

なお、本発明では、基体の回転が自転だけのため、装置の小型化が可能となり、また、蒸発源を基体の下方に設置することと相まち、基体に対する蒸着流の入射角を小さくすることが可能となり、高精度の膜厚の均一化を計ることができる。

さらには、蒸着流の基板に対する入射角が小さく、蒸発粒子の飛距離が短いため、蒸着薬品を少量にすることができる。

〔実施例〕

（実施例1～3、比較例1）

以下、本発明を実施例に基づいて説明する。

第1図に本発明の実施例に係る蒸着装置の正面断面図を示し、まず、装置の構成を説明する。

装置は角形の器壁1で構成され、その天板上に大面積基板を保持・自転させるためのユニット（保持回転手段）が設けられている。これはモータ2、減速機3、プーリ4、回転伝導ベルト5、基板回転軸6から構成される。基板回転軸6はベアリング7を介して円柱状の支柱8によって保持される。基板回転軸6の回転は、結合部材26を介して、補強円板27、28を設けた基板ホルダ固定用アーム9に伝えられる。基板ホルダ固定用アーム9は、基板ホルダ固定枠29に取付けられたピン10を介して基板ホルダを保持する構造となっており、基板ホルダは側面リング12、底板リング11、基板カバー13で構成される。基板ホルダに一以上の基板が保持される。基板カバー13は、基板14の裏面への損傷、成膜中の汚れをさけるために設け

られる。151_hは蒸発源であり、基板14の下方に設置されている。蒸発源151からの蒸発流は、モータ17により回転するマスク回転軸18に固定された回転マスク19によって一部さえぎられる。蒸発源151はメンテナンスのための着脱が容易なように円形状底板16の上に設けられる。

第2図は、第1図のA-A'断面図である。本例では、回転マスク19は、4分割の羽状体をその周辺部を外リング20に固定保持することにより構成されており、その回転軸を、基板の回転中心軸と一致するよう設けてある。この羽状体の中央部は幅広になされており、この中央部の蒸発源からの基板への写影が基板のほぼ中心を通過する。なお、この羽状体の形状は、実験等により求め、膜厚分布が均一になるように設計すればよい。なお、回転マスクは上下方向に移動可能としてもよい。回転マスク19の半径は、その基板面の高さでの膜厚補正領域が、基板の外周21、基板ホルダ固定枠の外周22を含むように設計される。

上記実施例に示す本発明の蒸着装置の作動手順

は次のように行われる。すなわち、基板を保持した基板ホルダを蒸着室の基板ホルダ固定用アーム23に固定し、所定の真空度まで排気する。成膜前から基板14、マスク19を各々回転し、定められた条件のもとで成膜を開始する。このとき自転している基板14はマスク19によって膜厚補正を受け、大面積にわたって均一の膜厚で成膜される。

上記の装置を使用して、直径1m(R=500mm)の基板に対し、L=250mm、H=1500mm(LH/(L+R)=500)とし、hを表1に示す値に設定してZrO₂の膜を形成した。

基板温度は300℃、真空度は、 1×10^{-4} Torrとし、酸素雰囲気中で成膜を行った。なお、回転マスクと基板との回転は逆方向とし、(基板回転数)/(回転マスク回転数)を約1.3とした。なお、蒸発粒の分布は経時的に変化せしめた。

得られた膜につき膜厚のムラ及び屈折率の差(屈折率の差は膜中の最大のものとの最小のものとの差)を表1に示す。

1 1

1 2

表 1

	LH/ (L+R)	h	膜厚 ムラ(%)	屈折率 の 差
実施例 1	500	350	7 以下	0.02
実施例 2	500	400	7 以下	0.02
実施例 3	500	500	7 以下	0.02
比較例 1	500	600	20	0.02

表1からわかるように、 $h \leq LH/(L+R)$ を満足する実施例1～3は、膜厚ムラは7%以下と小さく、また、屈折率の差も小さかった。また、膜を顕微鏡で観察したところ、 $h \geq 0.8LH/(L+R)$ を満足する実施例2、3には、不純物の混入は認められなかった。それに対し、比較例1は膜厚のムラが20%と大きかった。

比較例1の膜厚分布 t/t_0 (t_0 は基板中心の膜厚、 t は半径方向の膜厚)を第6図(a)にグラフで示す。第6図(a)に示すようにマスク形状の最

適化を計っても最大と最小の差が約20%であり、第6図(b)のマスクがないときより、かえって悪化していることがわかる。

(実施例4)

本例では、第2図に示すように、自転基板の周辺に4個の光学モニタ241、242、243、244を設けた。各光学モニタに対応して、151、152、153、154の蒸発源を設けた。すなわち、151の蒸発源を用いるときには241の光学モニタを使用した。回転マスクの半径は各光学膜厚モニタへの蒸発粒子をさえぎることのないように設計した。

なお、その際、蒸発源と基板との距離Hを第4図(b)の横軸に示すように変化させた。

本例では、R=500mm、L=250mm(L<R)とし、hは、Hの変化に応じ、 $h \leq LH/(L+R)$ を満足するように変化させた。また、S=1000mm(L=0.25S)とした。

得られた膜につき膜厚のムラを調査したところ、第4図(b)に示すような結果が得られた。第4図(b)からわかるように、本実施例では、蒸発

分布が安定なとき（○印）のみならず、経時的に変化するとき（●印）も膜厚のムラが少ないことがわかる。さらに、蒸発分布が変化するとき、基板中心と膜厚モニタ間の膜厚制御誤差（◎印）も少なかった。すなわち、H=1430mmの場合でも約4%、H=2140mmの場合には0%に近かった。

また、基板の面内の光学的特性（屈折率）のムラを調査したところ、最も大きなものと最も小さなものとの差は0.02であり、光学的ムラが従来に比べ非常に小さかった。

（実施例5）

本例では、S=550mm、L=440mm（L=0.8S）とし、他は実施例4と同じ条件で成膜を行った所、膜厚のムラ、光学的ムラ、膜厚制御誤差ともに実施例4とほぼ同様の結果が得られた。

（実施例6、7）

本例では、実施例4におけるS=1000mmをS=1400（L=0.18S）に変え、また、実施例5におけるS=550mmをS=530mm（L=0.83）に変え、他の条件はそれぞれ実施例4と実施例5と同様にして成膜

を行った。

膜厚ムラ、光学的ムラについては実施例4、5と同様の良好な結果が得られた。膜厚制御誤差は、H=1430mmの場合は約6%、H=2140mmの場合は約3%であり、従来例あるいは比較例に比べ良好な結果が得られた。ただ、本例では、

$$0.25 \leq L \leq 0.8S, L \leq R$$

の範囲外であるため、膜厚制御誤差については実施例4、5の方が優れていた。

（比較例2）

本例では、回転マスクを設けず、他の条件は実施例と同一として蒸着を行ったところ、第4図(c)に示すような膜厚ムラのグラフが得られた。なお、第4図(c)はいずれも、蒸発粒の分布が経時的には一定の場合（経時的に変化する場合に比べ膜厚のムラが少ないと考えられる）であり、◎印は蒸発粒がほぼ $\cos^0 \theta$ の分布をなしている場合を示し、○印は蒸発粒がほぼ $\cos \theta$ の分布をなしている場合を示し、●印は蒸発粒がほぼ $\cos^2 \theta$ の分布をなしている場合を示している。図に示す

1 5

ように、いずれの場合も実施例に比べ大きな膜厚ムラが生じていることがわかる。

（比較例3）

上記実施例において、回転マスクを回転させず、他の条件は実施例と同一として蒸着を行ったところ、基板中心部およびその近傍において膜厚ムラが極めて大きくなった。これは、基板中心部およびその近傍に、回転マスクによって、常に蒸発流がさえぎられる部分とまったく膜厚補正を受けない部分とが生じるためと考えられる。

〔発明の効果〕

上記実施例に示す本発明の装置により以下の効果を得ることが出来る。

一つは装置容積を小型化出来ることである。すなわち直径Aの基板に均一膜厚を形成するためには、USP4,222,345に開示される従来の自公転機構を有する装置を用いると、少くとも、2.9倍の槽径、及び1.9倍の槽高さを必要とし、その真空容積は A^3 の約12.5倍程度となる。しかるに本発明では第1図および第2図に示すごとく、 A^3 の約

1 7

1 6

5.12倍であり、その容積は約41%に小型化される。このため蒸着槽、及び基板回転、基板の保持のための治具の製作が容易となるだけでなく、排気系の能力を半分にすることが出来、装置価格の大巾な低減が図れる。

さらには、基板回転が自公転ではなく自転だけのため、槽の高さを必要以上に高くすることなく、基板に対する蒸発流の入射角を小さくすることが出来、回転マスクを用いて従来より高精度に膜厚の均一化を計ることが可能となる。

さらには、従来より、基板に対する蒸発流の入射角が小さく、また、蒸発粒子の基板までの飛距離も短いため、基板への密着力、膜構造、膜堆積速度に悪影響を与えることなく、光学的に均質で、かつ散乱、吸収等の損失が少く、また、機械的強度に優れる膜を大面積にわたって得ることが可能となる。

さらには、基板に対する蒸発流の入射角が小さく、また、蒸発粒子の基板までの飛距離が短くすることができるため従来より少量の蒸着薬品で

1 8

・成膜することが可能となり、その供給方法、蒸発源の大きさ、個数等において蒸発源自体の簡素化を図ることができる。

さらには、自転する基板の周辺に、複数のモニタを複数の蒸発源に各々対応させて設けることにより高精度に膜厚を制御することが可能となる。

以上、本発明の真空蒸着装置が大面積基板上に均一膜厚を形成する目的で、大きな効果を有することは明白である。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の装置の正面断面図、第2図は第1図のA-A'断面図、第3図は内部の寸法関係を示すための模式図、第4図は従来例と実施例における膜厚のムラ、膜厚制御誤差を示すためのグラフ、第5図は従来例、第6図は従来例において本発明の条件を満足しないときの膜厚分布を示す。

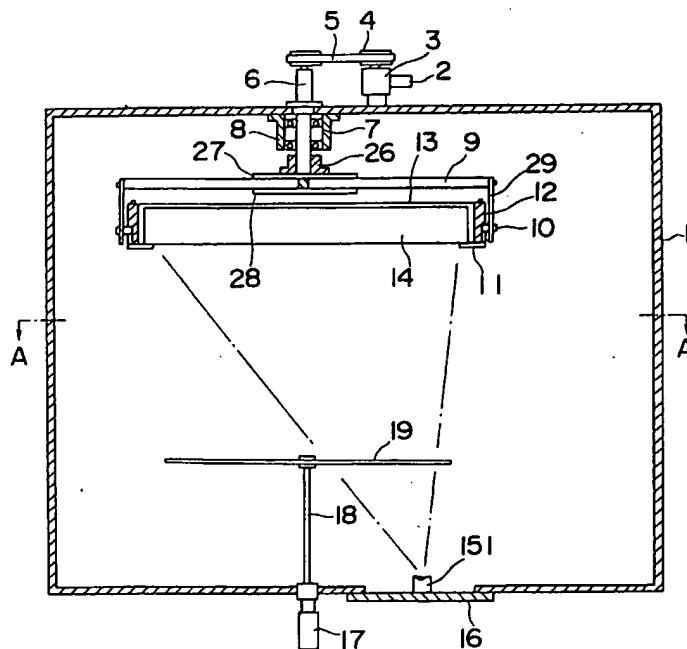
(符号の説明)

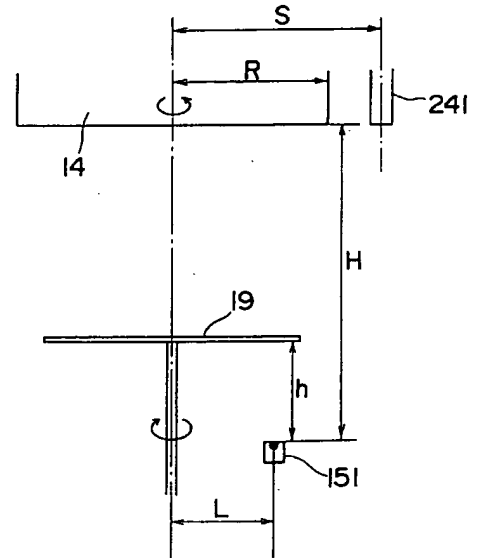
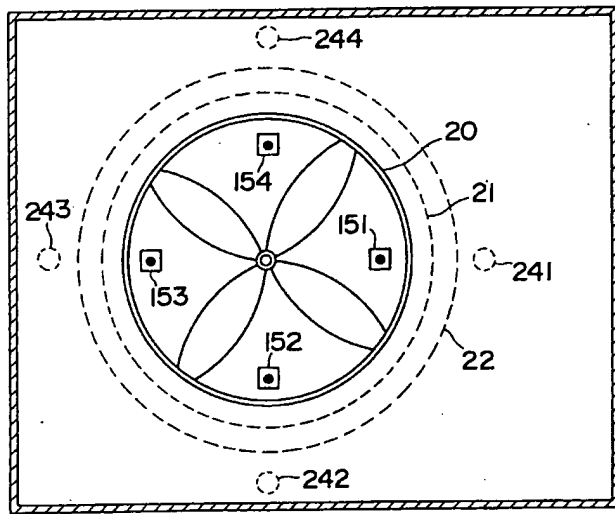
1…器壁、2…モータ、3…減速機、4…ブーリ、5…回転伝導ベルト、6…基板回転軸、7…ベアリング、8…堅棒、9…基板ホルダ固定用アーム、10…ピン、11…底板リング、12…側面リング、13…基板カバー、14…基板、15…円形状底板、16…モータ、17…マスク回転軸、18…回転マスク、19…外リング、20…基板の外周、21…基板ホルダ固定枠の外周、22…結合部材、23…補強円板、24…補強円板、25…基板ホルダ固定枠、151、152、153、154…蒸発源、241、242、243、244…光学モニタ、501…基板、502…自転軸、503…固定マスク、504…蒸発源。

19

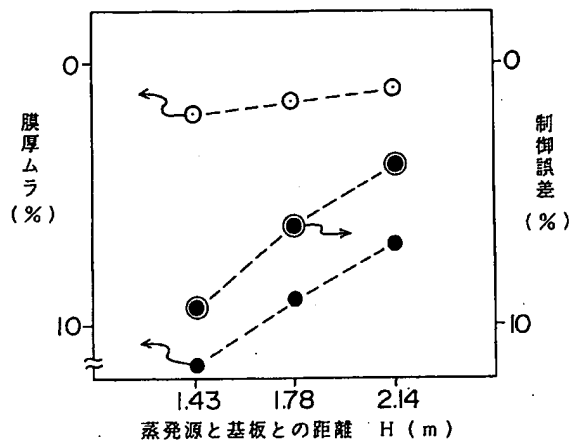
20

第1図

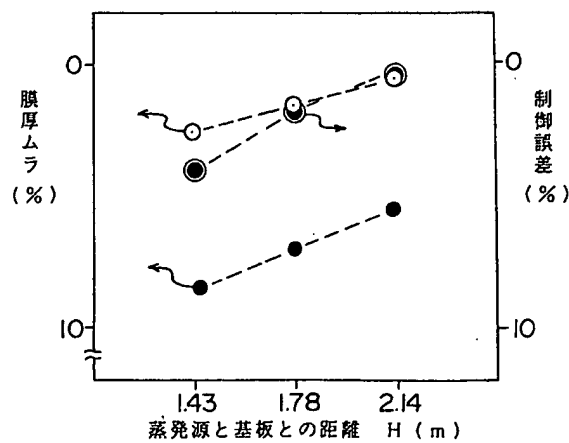




第 4 図(a)

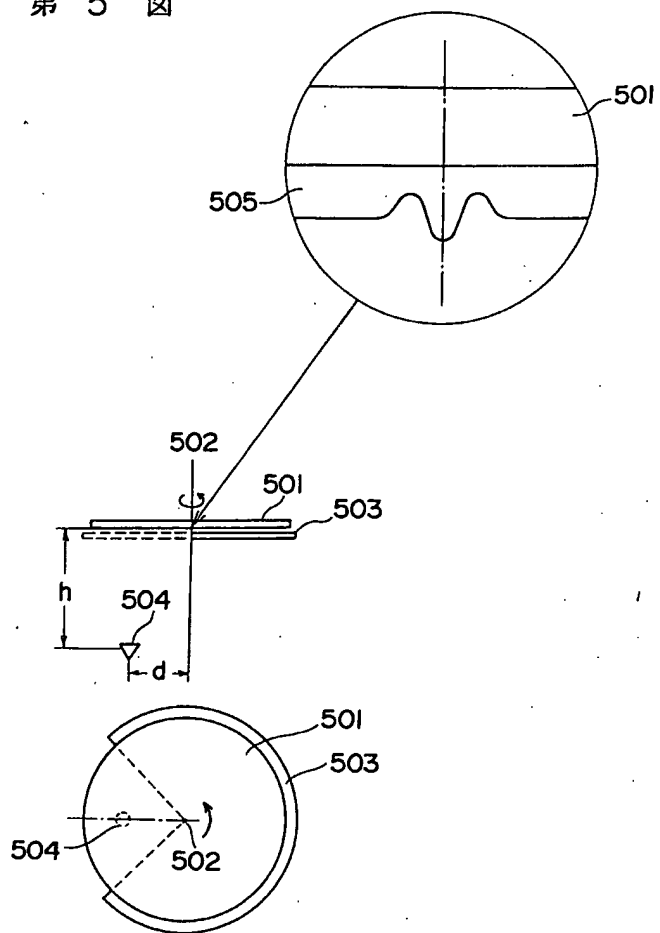
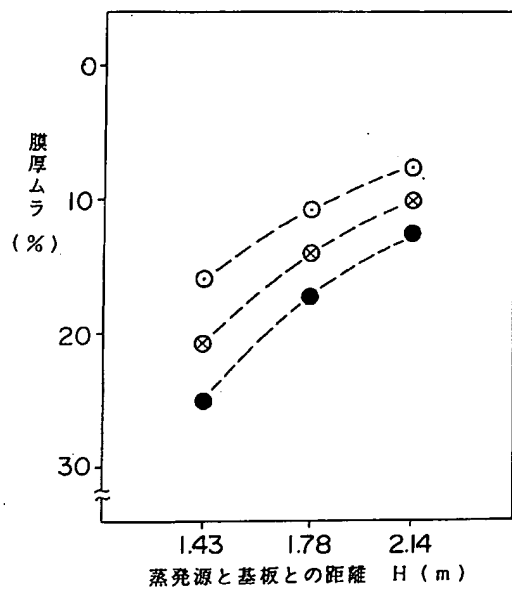


第 4 図(b)

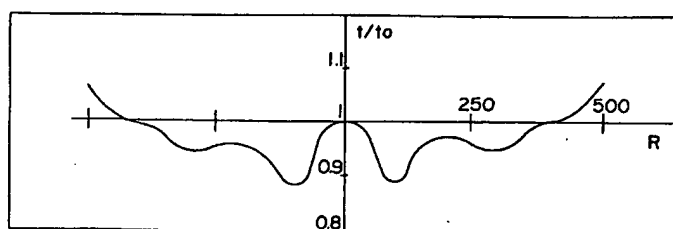


第 5 図

第 4 図(c)



第 6 図(a)



第 6 図(b)

